

Información General sobre Materiales, Seguridad y Equipos para la Nanotecnología

ESC 211

Traducción: Prof. Esteban Rosim Fachini – Universidad de Puerto Rico – Recinto de Río Piedras

Unidad 3

Visión General de Materiales

Conferencia 8

Clasificando los Materiales según sus Propiedades Físicas: Propiedades Eléctricas, Parte II

Contenido

- Las Unidades Básicas para Hacer Materiales—Átomos
- Átomos, Moléculas y Materiales
- Modos de clasificar los Materiales
 - * Tipo de enlace químico
 - * Orgánico e Inorgánico
 - * Fase
 - * Estructura
 - * Propiedades químicas
 - * Propiedades físicas

Contenido

- **Modos de Clasificar los Materiales**
 - * ¿Qué significa “propiedades físicas”?
 - * Clasificando según las propiedades físicas: Propiedades eléctricas:
 - * Propiedades de Conducción de Corriente Eléctrica:
 - * Conducción iónica (catiónica y aniónica)

Propiedades Físicas

- Las propiedades físicas son las que se pueden observar sin que la sustancia cambie químicamente.
- Una propiedad física es cualquier propiedad del material que describa una interacción con otros materiales o el ambiente que no sea química.
- Una propiedad del material puede ser constante o una función de variables tales como temperatura, presión o frecuencia de excitación.

Las Propiedades Eléctricas de los materiales incluyen:

(1) Conducción de Corriente Eléctrica

- * Conducción por Electrón y Hueco**

- * Conducción iónica (catiónica y aniónica)**

(2) Polarización (propiedades Dieléctricas)

Recuerde: Conducción de Corriente Eléctrica (transporte debido a un campo eléctrico) en un material proviene de:

(1) Conducción por electrón y hueco y/o

(2) Conducción iónica (catiónica y aniónica)

Conducción de Corriente Eléctrica: Propiedades de Conducción Iónica

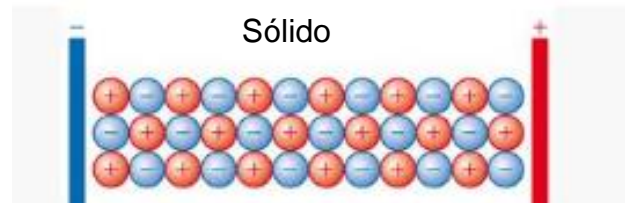
Conducción iónica en Materiales

Conducción iónica en sólidos

Conducción iónica en líquidos

**Conducción iónica en gases
(plasmas)**

Comparación de la Conducción Iónica en Sólidos y Líquidos



Los iones están fijados en el retículo y no se pueden mover



Los iones ahora se pueden mover y conducir electricidad

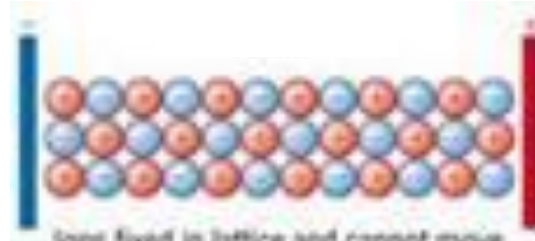
iones + se mueven
al polo negativo

iones - se mueven
al polo positivo

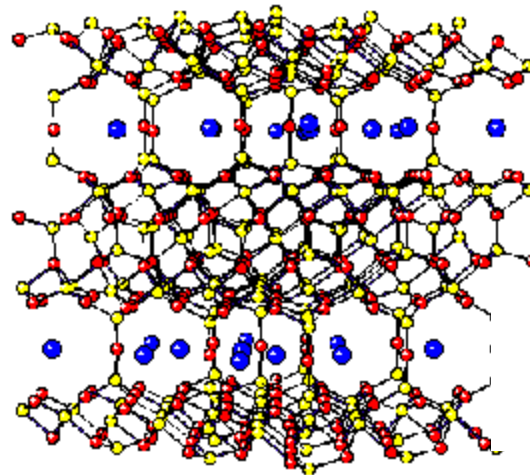
From: <http://www.bing.com/images/search?q=ionic+conduction&id=226A0DC7E058060B5894A07E35DD03A9C8C33804&FORM=IQFRBA>

Conductores Iónicos Sólidos

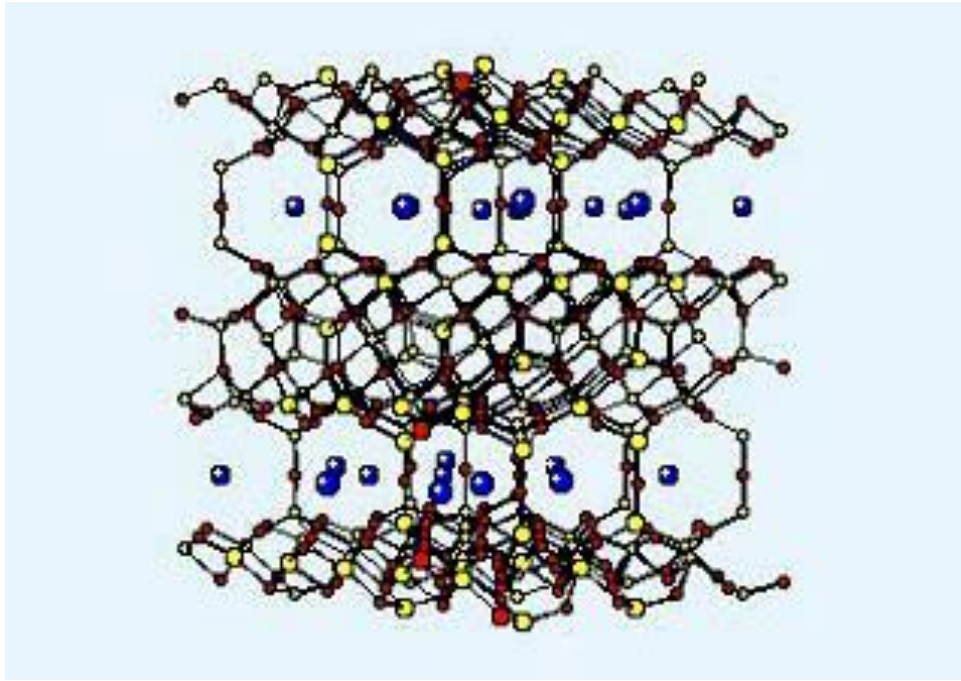
Sólidos convencionales



Beta-Alúmina sólida (con Na)



<http://www.bing.com/images/search?q=pictures+of+Beta+Alumina&view=detail&id=4E87E2F83BB35BF71ED57D28BA646FE54BB2DA95&first=1>



Simulaciones Moleculares Dinámicas de la Beta-Alúmina de Sodio.
Vea **S. Edvardsson et. al., J. Phys. C. 6,1319 (1994).**

<http://www.fos.su.se/~lars/nba.html>

Un Conductor Iónico frecuentemente recibe el nombre de Electrolito

Un **electrolito** es cualquier sustancia que tiene iones movibles que hacen la sustancia eléctricamente conductora. El electrolito más común es una **solución iónica**, pero sólidos fundidos y electrolitos sólidos también existen.

Expresión Matemática para la Densidad de Corriente Iónica Debido a un Campo Eléctrico

Diagram illustrating the components of the ionic current density equation:

$$J = en_1\mu_1\xi + en_2\mu_2\xi + \dots$$

Labels and their corresponding terms in the equation:

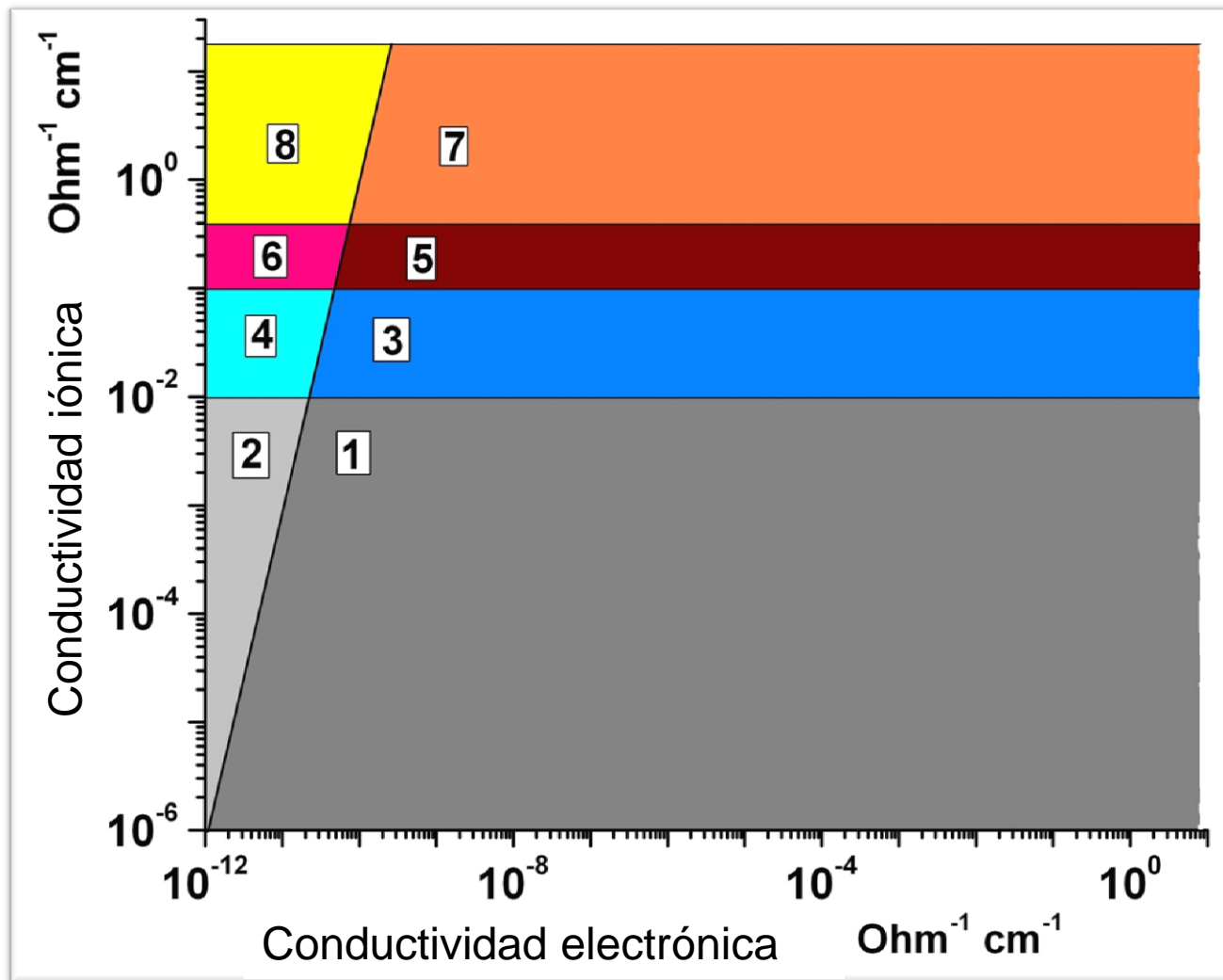
- Densidad de Corriente (Current Density) points to J .
- Número de iones del tipo 1 por volumen (Number of type 1 ions per volume) points to n_1 .
- Número de iones del tipo 2 por volumen (Number of type 2 ions per volume) points to n_2 .
- Mobilidad del Ión del tipo 1 (Mobility of type 1 ion) points to μ_1 .
- Mobilidad del Ión del tipo 2 (Mobility of type 2 ion) points to μ_2 .
- Campo eléctrico (Electric field) points to ξ .

- **Densidad de corriente J** es más útil que **corriente I** porque no depende del tamaño de la muestra.
- Se emplean los mismos conceptos de resistencia, resistividad y conductividad que usamos para la conducción por electrones y huecos.

Comparación de los Conductores Iónicos de Estado Sólido y Electrónicos Mediante Diagrama Log de la Conductividad Electrónica vs. Log de la Conductividad Iónica

2, 4 y 6 – electrolitos sólidos conocidos

1, 3, y 5 – conductores conocidos de tipo ión-electrón mezclados



Algunos ejemplos de Sólidos Inorgánicos Conductores de Iones

- **Dióxido de zirconio dopado** con **óxido de calcio** y **óxido de ltrio**. Conductivo por causa de los iones de oxígeno (O^{2-}). Se usa en los **sensores de oxígeno**.
- **Electrolito sólido de beta-alúmina**. Usado como membrana en diferentes tipos de celdas electroquímicas de sal fundida.
- **Fluoruro de lantano (III)**. Conductivo por causa de los iones de flúor (F^-). Se emplea en algunas membranas de electrodos selectivos a iones
- **Sulfuro de plata**. Conductivo por causa de los iones Ag^+ . Se emplea en algunas membranas de electrodos selectivos a iones.
- Algunas cerámicas** de estructura tipo **perovskita*** - titanato de estroncio, estanato de estroncio. Conductivo por causa de los iones O^{2-}

http://en.wikipedia.org/wiki/Fast_ion_conductor

*Perovskita: trióxido de titanio y de calcio ($CaTiO_3$), o cristales que comparten con este su estructura cristalina.

**Cerámica: sólido no metálico e inorgánico, preparado por acción de calor y subsecuente enfriamiento.

Algunos ejemplos de orgánicos sólidos conductores de iones.

Geles - poliacrilamidas – el polímero sostiene una solución iónica del electrolito

Sal disuelta en un polímero – por ejemplo, perclorato de litio en polietilenglicol (óxido de polietileno).

Polielectrolitos* - por ejemplo Nafion, un conductor de H⁺. Se usa en celdas de combustibles.

*Polielectrolito: polímeros cuyo monómero alberga un electrolito. Estos grupos se pueden disociar cuando en solución (por ejemplo, acuosa), tornando el polímero cargado. Un ejemplo es el DNA.

http://en.wikipedia.org/wiki/Fast_ion_conductor

Plasma: un ejemplo de un material que presenta conducciones electrónica e iónica

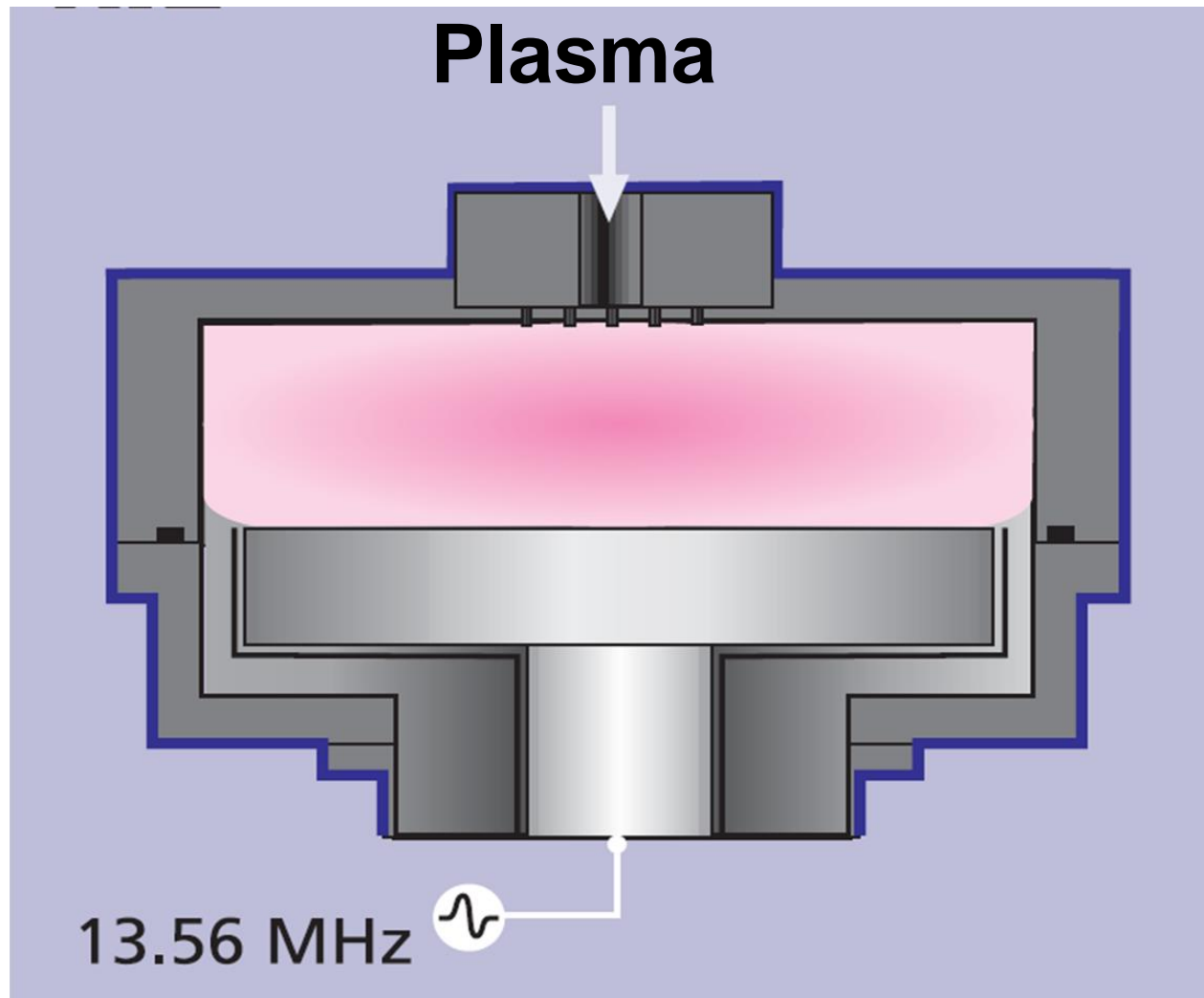
Plasma

Un relámpago en la atmósfera es un ejemplo de plasma. Un rayo descarga típicamente 30,000 amperios hasta a 100 millones de voltios, y emite luz, ondas de radio, rayos X y hasta rayos gama. Las temperaturas alcanzadas en el plasma del rayo pueden llegar a ~28,000 kelvin y las densidades electrónicas pueden pasar de 10^{24} electrones e iones por metro cúbico.

¿Tiene la Escala en Tamaño Algún Efecto en la Conducción Iónica?

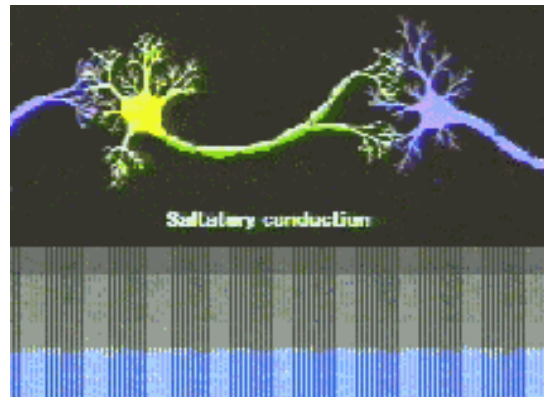
- **Sí.**
- **Nanoiónica** es el estudio y aplicación del fenómeno, propiedades, efectos y mecanismos de los procesos asociados con el transporte rápido de iones (TRI) en todos los sistemas sólidos a **nano-escala**.
- Los efectos de transporte de iones que pueden ocurrir a nano-escala se usan como base para el desarrollo de nanomateriales para baterías portátiles de litio y celdas de combustible.

Conducción iónica en el Procesamiento de Materiales



<http://www.bing.com/images/search?q=pictures+of+plasma+etching+tools&id=C494C8908B805E2E63647B3930A210CA05784235&FORM=IQFRBA>

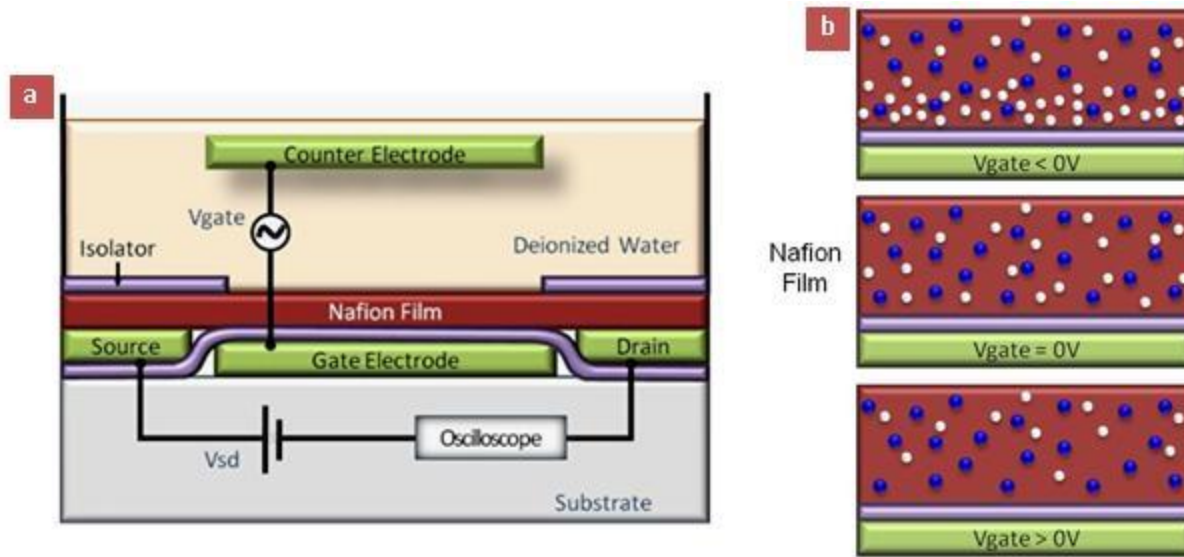
Conducción Iónica en Sistemas Biológicos



Sistema Nervioso

<http://www.northland.cc.mn.us/biology/AP2Online/Nervous/nerve9.htm>

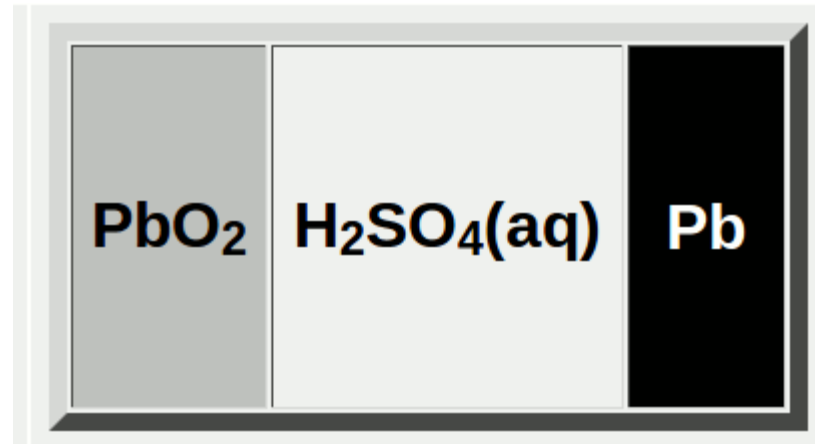
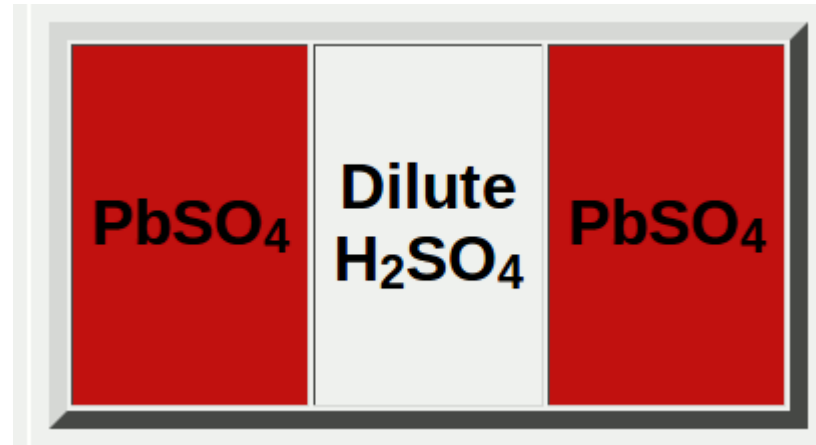
Conducción Iónica en la Electrónica



Página Web de la Investigación de Ryan O'Hayre, CSM. - Advanced Energy Materials ...

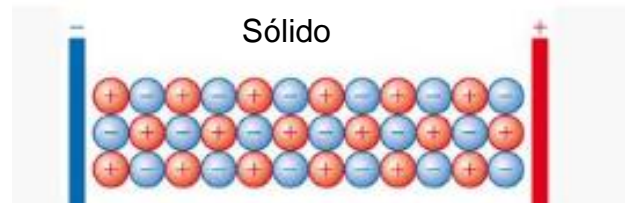
Página para acceder a la imagen: <http://materials.mines.edu/rc/aeml/Ionic%20transistor.html>

Conducción iónica en el Almacenaje de Energía



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Recharged.gif>

Información general de Conducción Iónica en Materiales



Los iones están fijados en el retículo y no se pueden mover



Los iones ahora se pueden mover y conducir electricidad

iones + se mueven
al polo negativo

iones - se mueven
al polo positivo

From: <http://www.bing.com/images/search?q=ionic+conduction&id=226A0DC7E058060B5894A07E35DD03A9C8C33804&FORM=IQFRBA>